

(54) WAFER MARKING DEVICE

(11) 2-205281 (A) (43) 15.8.1990 (19) JP

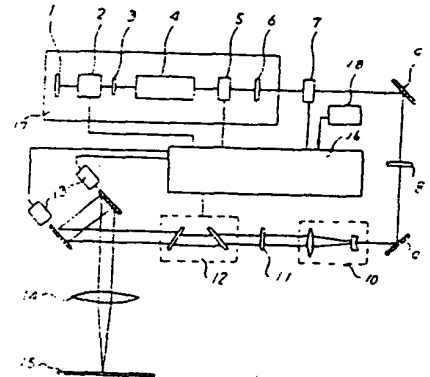
(21) Appl. No. 64-24554 (22) 3.2.1989

(71) NEC CORP (72) YUKIO KUDOKORO

(51) Int. Cl. B23K26 00.B41J2 44.H01S3 00.H01S3 10.H01S3 101

PURPOSE: To obtain a wafer marking device in which the roundness of a dot shape at the time of dot-marking on a wafer is improved by providing a light attenuator to be variably linked into an optical system in order to regulate output light, while the device is oscillated as a laser oscillator in the most stable area.

CONSTITUTION: When a marking mode set by an input part 18 is normal, a marker controller 16 controls respective elements 2, 5, 7, 12 and 13 so as to mark dots at depths approximately 1.5 to 2.5 μm on a wafer 15, and a single Q switching pulse marks a single dot. In this case, the regulation of the depth is determined manually or by a control signal from a marker controller 16 in an attenuator 12 beforehand. Further numbers of pulses A and B in a diesel mark mode and a soft mark mode are controlled by a computer, and they can be made freely variable by the software with the controller 16.



⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平2-205281

⑬ Int. Cl.⁵

B 23 K 26/00

B 41 J 2/44

H 01 S 3/00

3/10

3/101

識別記号

庁内整理番号

B 7920-4E

N 7920-4E

B 7630-5F

Z 7630-5F

7630-5F

7612-2C

B 41 J 3/00

⑭ 公開 平成2年(1990)8月15日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 ウェハーマーキング装置

⑯ 特 願 平1-24854

⑰ 出 願 平1(1989)2月3日

⑱ 発 明 者 久 所 之 夫 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内

⑲ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目7番1号

⑳ 代 理 人 弁理士 内 原 晋

明 細 書

1. 発明の名称

ウェハーマーキング装置

2. 特許請求の範囲

QスイッチYAGレーザを光源とし、Si等のウェハ表面上にドットから成る文字・記号等をマーキングするウェハーマーキング装置において、レーザ発振器から出射された光を遮へいするためのシャッターと、さらにその光を連続的に減衰させるための減衰器を具備し、各ドットを照射するYAGレーザパルスの繰り返し周波数は1KHz以下とし、さらに各ドットに対して前記の繰り返し周波数の範囲で照射した前記レーザパルスに続けて2～5KHzの高繰り返し周波数で有限個のレーザパルスを重畳させながらマーキングすることを特徴としたウェハーマーキング装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明はウェハ上にドットマーキングする際のドット形状の真円度の向上、大きさ、深さのパラッキの減少を実現し、さらに0.5～1.0μm深さのソフトマーキングするための技術に関する。

〔従来の技術〕

従来、この種のマーキング装置において、ドットの深さをコントロールするとき、YAGレーザ光の出力をランプ電流を変化させることにより調整していた。

〔発明が解決しようとする課題〕

上述した従来のランプ電流を変化する方法では、ランプ電流を変えたとき、レーザヘッド内に発生する熱量が変わるため、レーザ共振器を成している各部における熱的平衡状態が変化し、光共振器を最も安定に維持している最適のアライメントがくずれる結果となり、レーザパルスの安定度が悪化する。特に、YAGレーザロッドにおける熱レンズ効果の度合は、微弱なランプ電流の変化

($\sim 0.5\text{ A}$) に対しても微妙な光共振器のアライメントの変化を引き起こす。このため、レーザパワーを変えようとして、ランプ電流を変えることにより、レーザ出力光の不安定さを引き起こしマーキングしたときのドットの大きさ、深さ等がバラツクという欠点があった。

この他に、従来のマーキング装置においては、レーザ発振器のレーザON/OFFが超音波Qスイッチ素子をOFF/ONさせることによって行っているが、この結果、ランプ電流を変えなくとも文字の書き出しのドットが不安定になる要因があった。

即ち、第1の要因としては、YAGレーザ等のQスイッチ動作させているレーザ特有の現象で、活性媒質であるNd³⁺のレーザ上単位の緩和時間以上にレーザ発振を一旦止めると、その休止以降に発振させた最初の一発目のQスイッチパルスは、連続発振させているときのパルス光頭値と比べて大きくなる。これとは逆に2発目のQスイッチパルスの光頭値は小さくなる。この様に数発のパル

スは非常に不安定となる。

第2図の要因として、何枚かのウェハに文字をマーキングした後、ウェハロットの交換あるいはその他の理由により長い時間マーキングせずにいた場合、その後にマーキングを開始したときに数秒～数分の間レーザ出力が不安定になることがある。これは超音波Qスイッチ素子の石英の結晶や出力ミラー等の温度がレーザ発振器を止めていた時間に比例して下ってしまったために、実際の共振器長が若干変化したために生じたアライメントずれに依るものである。一般にウェハのレーザマーキングに要求されるQスイッチパルスの光頭値の安定度は $\pm 0.5\%$ 以下であることが必要であり、この程度の若干の温度の変化でもこれを防げる要因としては十分なものになっていた。

次にウェハマーキング装置として最近増々要求されている能力として、ソフトマーキングと呼ばれるドットマーキング時にウェハ材質を飛び散らせない加工法がある。これは、ドットの深さが $0.5\mu\text{m}\sim 1.0\mu\text{m}$ 程度の非常に浅いマーキン

グをすることで可能になる。ところが、このマーキングを可能にするためにはQスイッチパルスの光頭値並びにパルスのエネルギーを $\pm 0.1\%$ 程度に安定にコントロールすることが必要とされる。パルスのエネルギーが少しでも小さいと $0.1\sim 0.2\mu\text{m}$ の所謂熱歪的な深さにしかならないのに対し、反対に少しでも大きいと $1.0\mu\text{m}$ 以上の深いドットになってしまう。このあたりの現象には複雑な非線形的な物理現象がからんでおり、たとえば、ウェハ表面での反射率のレーザ出力強度依存性が大変大きなこと、さらにYAGレーザのQスイッチパルス幅 $75\text{ ns}\sim 100\text{ ns}$ に対する熱拡散長が $1\mu\text{m}$ を超えることなどが相まって生じていると考えられる。

この様に従来のウェハマーキング装置のQスイッチレーザパルスの安定度、使い方では、この $0.5\mu\text{m}\sim 1.0\mu\text{m}$ 深さのドットマーキングを安定に行なうことは不可能であった。

〔課題を解決するための手段〕

本発明のウェハマーキング装置は、レーザ発

振器として最も安定な領域で発振させておき、その出力光の調整をするために光学系中に連続に変えられる光減衰器を有している。さらにマーキングしていないときにもレーザ発振させられる様にするために光共振器の外に外部シャッタを具備しており、このシャッタはマーキング終了と同時に作動し、マーキング開始と同時に解除される様に制御されている。

前述した従来のウェハマーキング装置に対し、本発明では、レーザ出力を可変する目的でランプ電流を変えない様にし、さらにマーキングしない時でも、レーザ共振器中では、実際のマーキング時の繰り返し周波数と同じ周波数で発振させているという相違点を有する。さらにソフトマーキングにおいてはQスイッチパルスを1パルスでなく、予めショット数を設定し、安定されたQスイッチパルスを同じドットに重ね打ちする方法をとるという相違点を有する。

〔実施例〕

次に本発明の実施例を図面を参照して説明する。

第1図は本発明のウェハーマーキング装置のシステムを示す第1の実施例のブロック図である。

図において、1は全反射鏡、2は超音波Qスイッチ素子、3は内部アパーチャ（モードセレクト）、4はランプハウス、5は内部シャッタ、6は出力鏡で、これらは同一軸上に配置されYAGレーザ発振器17を成す。また7は外部シャッタ、8はアパーチャ、9はレベリングミラー、10はエキスパンダ（ガリレオ式）、11はアパーチャ、12はアッテネータ（光減衰器）、13はガルバノミラー、14はf-θレンズ、15はウェハー（加工物）、16はマーカーコントローラである。

QスイッチYAGレーザ発振器17は、Qスイッチパルスの最も安定となる様なランプ電流において予めアライメント等の調整をしておき、ランプ電流は固定する。

マーカーコントローラ16は、各素子（参照番号2、5、7、12、13）に対して第2図の様な制御を行なう。

次に第2図にそって第1図を併用して本発明の

タ12をソフトマーキング用の低いパワーに応じて設定する。ここでソフトマーキングとして要求される $0.5\mu\text{m}$ ～ $1.0\mu\text{m}$ の深さを可変するために、予めその深さに応じたパルス数Bを設定し、1つのドットに対してB発のQスイッチパルスを重ねて打つ。ここでディープマークモードとソフトマークモードにおけるA、Bの値はコンピュータ制御されている。マーカーコントローラ16にてソフトウェアによって自由に可変できる。

第3図は、本発明の第2の実施例の一部の正面図である。本実施例は第1図の実施例のエキスパンダ10とアッテネータ12のみの変更なのでこの部分のみを表わした。

同図において、18はエキスパンダ（ケプラー方式）、19は空間フィルタとしてのアパーチャ、20はアッテネータ〔可変式のニュートラルデンシティ・フィルタ（NDフィルタ）〕である。エキスパンダ18はケプラー方式のエキスパンダであり、空間フィルタ19をアパーチャとして挿入することにより、アパーチャ8から生じる回

実施例を説明する。最初、ウェハーに印字するための文字入力、マーキングモードを入力部18より設定をする。設定されたマーキングモードが通常モードの場合、マーカーコントローラ16は $1.5\sim 2.5\mu\text{m}$ 程度の深さのドットをウェハー15にマーキングするよう各素子2、5、7、12、13を制御し1つのドットに対して1つのQスイッチパルスでマーキングする。深さの調整は、予めアッテネータ12において手動あるいはマーカーコントローラ16からの制御信号によって決められる。

マーキングモードがディープマークモードの場合、 $2.5\mu\text{m}$ 以上の深いマーキングをする。このモードではマーカーコントローラ16が通常モードにおいて予めQスイッチパルス数を深さに応じたパルス数Aに設定し、1つのドットに対してA発のQスイッチパルスを重ねて打つ。

マーキングモードがソフトマークモードの場合、 $1.0\mu\text{m}$ 以下の浅い深さのドットマーキングを行なう。このモードでは手動あるいはマーカーコントローラ16からの制御信号によってアッテネー

折光、レーザビーム自身に存在する雑音光としてのスペクトル成分等をアパーチャ19でカットできるため、集光レンズとしてのf-θレンズ14（第1図）に大変きれいなガウシアン分布のレーザ光をデリバリーできる。このため、集光時のスポット径の真円度が大変改善され、且つ、より小さなスポット径に絞り込むことが可能になるという利点をもつ。第1図に示す実施例のアッテネータ12はQスイッチYAGレーザ発振器17から出るレーザ光がその超音波Qスイッチ素子の石英結晶に依って決まる偏光成分を利用し偏光板を回転させることにより偏光板を通るレーザ光を可変していることに對し、第2の実施例のアッテネータ20では円板上に透過率が連続的に徐々に変わるNDフィルタ（ニュートラル・デンシティ・フィルタ）を有している。偏光板をアッテネータとして用いると光路が偏光板の厚みに比例する分だけずれるため、マーキングしながら光量を調整しようとするウェハー上でのマーキング位置が若干づれるという欠点があったがNDフィ

ルターを用いることにこの欠点は克服される。

以上説明したように本発明の各実施例は、レーザ発振器の外部に連続的に減衰されることのできるアッテネータを具備することにより、レーザ発振器の最高の安定度を広いレーザパワー範囲にわたって維持することができる。特に従来大変不安定であった低いパワー時の安定度の改善により浅いマーキング時のドットのパラツキを非常に小さくすることを可能にした。さらに $0.5\mu\text{m}\sim 1.0\mu\text{m}$ の深さの所謂ソフトマーキングに関しては、レーザの出力安定度をどんなに改善しても物理的要因のために安定に行なうことは困難であったが、これを1発のQスイッチパルスでなく、アッテネータにて $1/5\sim 1/10$ に弱められた2発以上の連続のQスイッチパルスを用いて、これを同じドットに重ねて照射することにより、全く基板の飛び散りのないソフトマーキングすることを可能にした。

尚、ソフトマーキングにおける各ドットのパラツキを少なくするために、マーカコントロール

のレーザビーム形が完全な真円でなくとも加工されたドットの真円度は良くなる。即ち、この方法をとることによりレーザビームをガウシアンビームに近づけるために負される光学系の負担が大変軽減される。さらにドットの深さ、言い換えればドットの径の大きさのパラツキに対しても2発目以降のパルス数はドットの深さを $0.8\mu\text{m}$ 程度(ベアシリコン基板の場合)にするのに、約20発程度必要であるが、この20発のレーザパルスの光頭値がある程度バラツキにしても20発で平均化された結果としてのバラツキは大変少なくなる。

尚、2発目以降のパルスの繰り返し周波数を $2\sim 5\text{KHz}$ にするのは、YAGレーザ発振器17でこの範囲の周波数が最もQスイッチパルスの光頭値の安定度が優れているからである。又、第1発目のパルスと2発目以降のパルスの光頭値の比は実験の結果 $0.6\sim 0.8$ 程度が最も良いが、これ以上前記周波数を上げるとこの比が 0.5 以下に落ちる。 0.5 以下の比のパルストレイン(Pulse

train)の制御によって 1KHz 以下の繰り返し周波数のレーザ光にてドットをマーキングする。これは 1KHz 以下に周波数を抑えることにより、一旦マーキングを停止したとき、並びにドットのマーキング周波数が変化したあとに打つ最初のドット、所謂ファーストパルスが同じ光頭値を有するためにドットのパラツキが少なくなるためである。さらに前述したファーストパルスの後に n 発のQスイッチパルスを $2\sim 5\text{KHz}$ の繰り返し周波数で同じドットに重畳してマーキングすることにより、ドットの断面形状が大変滑らかで且ドットの真円度も大変良いソフトマーキングができるようにする。これは、第4図に示す如く、第1発目のQスイッチパルスに対し、第2発目以降のパルスは、光頭値的に約6割の大きさしか有していないパルスで重ねて照射することにより、第1発目のパルスで $0.2\mu\text{m}$ 程度の深さを加工した後2発目以降のパルスで1パルス当り $0.025\mu\text{m}\sim 0.05\mu\text{m}$ ずつドットを掘っていくことにより、徐々にドットの表面を溶融していくため、集光時

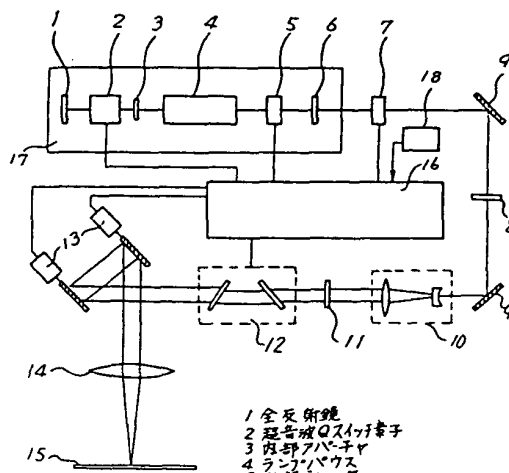
train)で重ね打ちをすると、重ね打ちのためのパルス数が増え、1ドットの加工に要する時間が長くなり、全体のマーキングスピードが落ちる。こればかりでなく、この比が小さくなるにつれパルス数に比例したドットの深さが得られないという非線型領域に入り、パルス数でドットの深さをコントロールしにくくなる。このため第1発目のQスイッチパルスのもつ光頭値では1パルスで $1\mu\text{m}$ 以上の深さに入らない強度にアッテネータを調節し、 $2\sim 5\text{KHz}$ 程度の周波数でできるだけ少なめのパルスを重ね合わせてマーキングすることが最も良い。

実際の実験の結果得られたソフトマーキングにおける重畳するパルス数とドットの深さを示したものを第5図に示す。

次に1発のQスイッチパルスで $1.5\mu\text{m}$ 程度の深さが入る光頭値を有するようにアッテネータに又は20を調整した後、このパルスの $6\sim 8$ 割の大きさを有する2発目以降のパルスを同じドットに重畳させることにより $5\sim 10\mu\text{m}$ の深さの

ディープマーキングをすることも可能である。特に第1発目のQスイッチパルスが $1.0 \sim 1.5 \mu\text{m}$ の間で飛び散りのないマーキングであるとき $5 \sim 10 \mu\text{m}$ 深さの飛び散りのないマーキングをすることができる。発振器の外部に設けたシャッター7を閉じている間、すなわちマーキングしていないときにも、常時マーキングするQスイッチ周波数にてレーザー光を発振器17から出力させておくことにより、一定時間の休止した後のマーキングのドットのバラツキも完全に無くすることができる。

本発明のウェハーマーキング装置は、アッテネータ12(20)、超音波Qスイッチ素子2への信号等を全てマーカコントローラ16が制御し、そのソフトウェア化されたプログラムにより、マーキングモードの選択、ドットの深さの指定等を自由に設定できるため、非常に融通性の高いシステムとすることが可能であるところに優れた特徴をするのは云うまでもない。



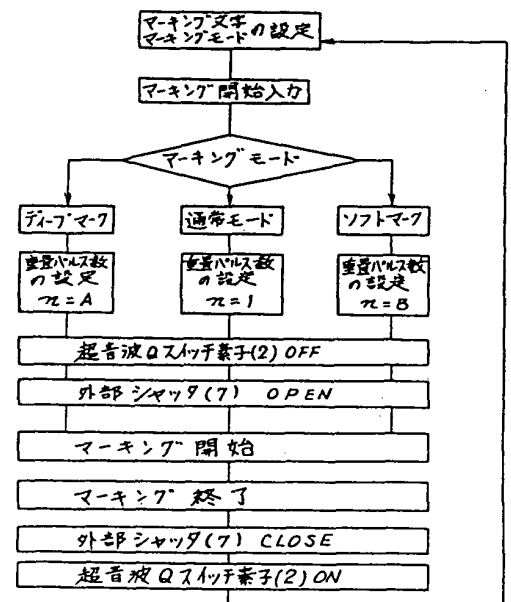
第1図

- 1 全反射鏡
- 2 超音波Qスイッチ素子
- 3 内部アッテネータ
- 4 ランパンプ
- 5 外部シャッター
- 6 出力鏡
- 7 外部シャッター
- 8 アッテネータ
- 9 レベリングミラー
- 10 エキスパンダ(ガレオ方式)
- 11 アッテネータ(偏光素子)
- 12 ガルベリタ(X,Y軸)
- 13 大レンズ
- 14 ウェハー
- 15 マーカコントローラ
- 16 YAGレーザー発振器
- 17 入力部

4. 図面の簡単な説明

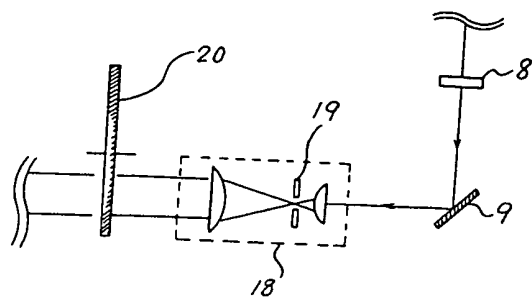
第1図は本発明の第1の実施例を示すブロック図、第2図は本発明の第1の実施例の動作を示すフローチャート、第3図は本発明の第2の実施例の一部を示す正面図、第4図は本発明の実施例におけるレーザー出力パルス波形を示す図、第5図は本発明の実施例におけるショット数対マーキング深さの関係を示す図である。

代理人 弁理士 内原 晋

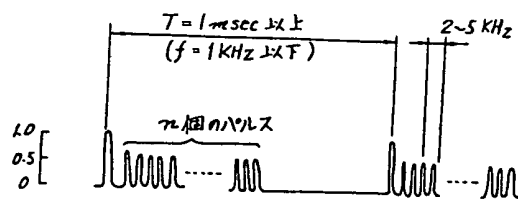


第2図

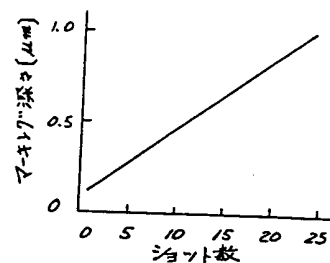
マーカコントローラの制御プログラム
A: Variable
B: Variable



第 3 図 18 エキスパンダ(ケプラー方式)
19 空間フィルタ(アパーチャ)
20 アッテネータ(可変NDフィルタ)



第 4 図



第 5 図